

Timo Mäkelä

VALUKONEEN ISKUPROFIILIN VAKIOITU
MITTAUSMENETELMÄ

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2017

VALUKONEEN ISKUPROFIILIN VAKIOITU MITTAUSMENETELMÄ

Mäkelä, Timo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2017
Ohjaaja: Teemu Santanen
Sivumäärä: 28
Liitteitä: 2

Asiasanat: takometri, iskuprofiili, dasylab, valukone, pystyvalu

Tämän opinnäytetyön aiheena oli vakioda mittausmenetelmä valukoneen iskuprofiilille, käyttäen nykyistä mittausmenetelmää, sekä suunnitella ja valmistaa laitteelle teline, jolla saadaan ihmisen mahdollisesti aiheuttama mittavirhe suljettua pois, sekä muuttaa nykyistä mittausohjelmaa tarkemmaksi ja kartoittaa muita vaihtoehtoisia mittausmenetelmiä.

A STANDARDIZED MEASUREMENT METHOD FOR THE STROKE PROFILE OF A CASTING MACHINE

Mäkelä, Timo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production engineering

Month 2017

Number of pages: 28

Appendices: 2

Keywords: tachometer, stroke profile, dasylab, casting machine, upward casting

The purpose of this thesis was to standardize a measurement method for the stroke profile of a casting machine using the current measuring method, and to design and manufacture a rack to exclude the possibility of measurement errors caused by human. In addition, the purpose was to change the accuracy of the current program of measurement and to identify alternative methods of measurement.

.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAUSTA	7
2.1	Yrityksen esittely	7
2.2	Tavoite	8
2.3	Rajaus.....	8
3	VALIMO	9
3.1	Valimo.....	9
3.2	Pystyvalulinja.....	9
3.2	Jäähdyttimet	10
3.3	Valukone	11
3.3.1	Vetokone	11
3.4	Iskuprofiili.....	12
4	MITTAUSMENETELMÄ	15
4.1	Takometri.....	15
4.2	Dasytab-ohjelma	15
4.3	Mittaaminen	15
4.4	Ongelma.....	16
4.5	Ratkaisu.....	17
5	MITTAUSMENETELMÄN MUUTOKSET.....	17
5.1	Dasytab-ohjelman muutos	17
6	TELINEEN SUUNNITTELU	19
6.1	Telineen suunnittelu.....	19
6.2	Suunnittelun tulos	19
6.2.1	Rungon mallinnus.....	19
6.2.2	Telineen mallinnus	21
7	UUDEN TAKOMETRIRUNGON JA TELINEEN KÄYTTÖÖNOTTO.....	22
7.1	Testimittaus.....	22
7.2	Yhteenveto	23
8	VAIHTOEHTOISET MITTAUSMENETELMÄT	24
8.1	Konenäkö	24
8.2	Smart Condition Monitoring (SCM).....	24
8.2.1	Smart Condition Monitoring (SCM) Yhteenveto.....	25
9	POHDINTA.....	25

LÄHTEET	27
LIIITEET	

1 JOHDANTO

Valetun kuparilangan laatu voi heikentyä ajan mittaan. Mahdollinen laadun heikkeneminen voi johtua valukoneen iskuprofiilin muutoksesta. Isku voi muuttua esim. kuluneista vetorullista tai kuluneista laakereista.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan miten nykyisen mittauksen saisi vakioitua niin, että sen pystyisi suorittamaan kuka tahansa linjalla työskentelevä työntekijä, sekä mittaustuloksena saatu data olisi mahdollisimman luotettavaa.

Mittauslaite on käsivarainen, joten se ei välttämättä ole kovin luotettava. Opinnäytetyön tarkoitus on suunnitella mittauslaitteelle teline, jolla saadaan ihmisen aiheuttama mahdollinen mittavirhe suljettua pois. Tässä opinnäytetyössä kartoitetaan myös muita mahdollisia mittausmenetelmiä iskuprofiilin mittaamiseen.

Iskuprofiilin mittaaminen määrätyin väliajoin ehkäisee laadun heikkenemistä.

2 TAUSTA

2.1 Yrityksen esittely

Vuonna 1940-1941 puolustusvoimat tarvitsivat lisää materiaalia. Silloin perustettiin myös Outokumpu Oy:n Porin metallitehdas. Tehdas valmistui 1941 Porin Väinölään. Tehtaan tuotannosta meni kolmannes suoraan sotatarvikkeisiin. Vuodesta 1944 eteenpäin tehdas sai raaka-aineensa Outokummun Harjavallan sulatosta, nykyisin Boliden Harjavalta Oy. Tehdas kasvoi valtavasti vuosina 1940-1950. Tehdasalueelle syntyi useita eri tuotantolaitoksia. Kuparielektrolyysi, jossa raakakuparista jalostetaan elektrokuparikatodeiksi. Jalometallipuhdistamo, jossa malmeista saadut sivutuotteet puhdistettiin. Metallivalimo, jossa katodit sulatettiin eri muotoihin jatkomuokkausta varten. Valssaamo, jossa valssattiin levyjä omista materiaaleista. Sekä vetäjä, jossa valmistettiin erilaisia putkia ja profiileja.

Sodan jälkeen Outokummun tehdas osallistui sotakorvauksiin. Outokummusta tuli Porissa yksi suurimmista työnantajista. 764 työntekijää työskenteli Outokummun tehtaalla vuonna 1950. Työntekijämäärä kasvoi jopa yli kahteen tuhanteen vuonna 1960. (Porin kaupungin [www-sivut 2017](#). Wikipedia [www-sivut 2017](#))

Vuonna 2005 Outokumpu myi osan liiketoiminnastaan ruotsalaiselle pääomasijoitusyhtiö Nordic Capitalille. Vuonna 2006 nimi vaihtui Luvata Pori Oy:ksi. (Wikipedia [www-sivut 2017](#))

Luvata Pori Oy koostuu kahdesta divisioonasta, erikoistuotteet- ja valssatut tuotteet - divisioonasta. Luvata allekirjoitti sopimuksen valssattujen tuotteiden- divisioonan myynnistä vuonna 2011. Divisioona myytiin Aurubis Finland Oy:lle. Luvata Pori Oy työllisti kaupan jälkeen enää noin 350 henkilöä vuonna 2011. (Luvata [intranet-sivut 2011](#))

Muutamia esimerkkejä joita erikoistuotteet-divisioona valmistaa:

- Johdinputket
- Pinnoitusanodit
- Tangot ja profiilit
- Langat
- Suprajohtimet
- Hitsauselektrodit

(Luvata www-sivut 2017)

2.2 Tavoite

Kuparilangan valamisessa pystyvaluna käytetään servomoottoreita jotka tekevät pienen edestakaisen liikkeen. Tätä ennalta ohjelmoitua liikettä kutsutaan iskuprofiiliksi. Opinnäytetyön tavoitteena on saada aikaan vakioitu mittausmenetelmä valetun kuparilangan iskuprofiilin mittaukseen takometrillä. Tällä hetkellä käytössä on käsikäyttöinen takometri ja sille tarkoitettu Windows-pohjainen ohjelmisto. Tarkoituksena on tehdä takometrille kiinteä teline, jolla saadaan mahdollinen ihmisen aiheuttama mittavirhe suljettua pois, sekä muutetaan nykyistä mittausohjelmaa tarkemman datan saamiseksi. Myös muita vaihtoehtoisia mittausmenetelmiä tarkastellaan.

2.3 Rajaus

Opinnäytetyö rajataan mittalaitteen telineen suunnitteluun, Dasylab-ohjelman muutokseen ja vaihtoehtoisten mittausmenetelmien tarkasteluun. Mahdollisten mittavirheiden poikkeamien syiden selvittäminen jää työn tilaajalle, mikäli ne eivät johdu mittalaitteesta.

3 VALIMO

3.1 Valimo

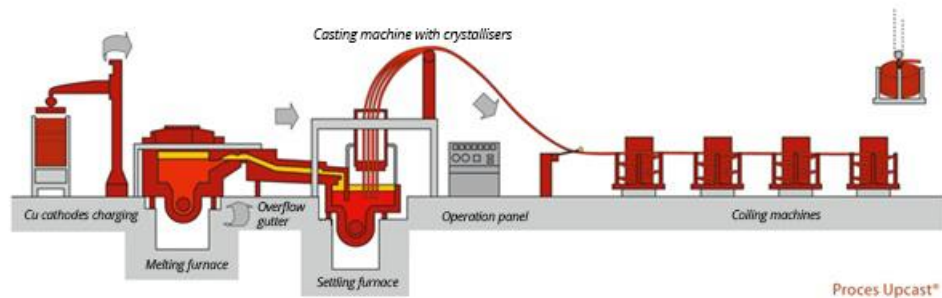
Luvata Pori Oy:llä on kaksi valimoa, seosvalimo ja kuparivalimo. Kuparivalimossa on yhteensä neljä linjaa, kaksi pystyvalulinjaa ja kaksi liukuvalulinjaa. Kuparivalimossa valetaan hyvin puhdasta hapetonta kuparia.

3.2 Pystyvalulinja

Pystyvalulinjalla valetaan pystyvaluna halkaisijaltaan 8-30mm kupari- ja kupariseoslankaa. Linja koostuu sulatusuunista, valu-uunista, valukoneesta ja kelaajista. Valu aloitetaan niin, että ylä- ja alajäähdytin laitetaan kiinni valukoneeseen. Alajäähdytin lasketaan pneumaattisesti sulaan kupariin valusyvyydelle. Valukone käynnistetään ja asetetaan haluttu iskuprofiili ja nopeus. Aloitustanko työnnetään ylä- ja alajäähdyttimien läpi ja laitetaan vetorullat pneumaattisesti kiinni aloitustankoon, jolloin valu alkaa. Alajäähdyttimessä on grafiittinen kokilli, jonka läpi sulaa kuparia vedetään. Sulan jähmettyminen tapahtuu jäähdyttimen vaipassa kiertävän veden vaikutuksesta. Langan päään tullessa vetokoneesta irrotetaan aloitustanko ja ohjataan lanka kelaajalle. Säädetään kelaajat valunopeuden mukaiseksi niin, että kelausnopeus vastaa valunopeutta.

Valun aikana sulatusuunista täytetään valu-uunia aina tarpeen mukaan ja sulatusuuni täytetään kaadon jälkeen katodilla. Kelaajilla valmiiden kieppien tullessa halutun

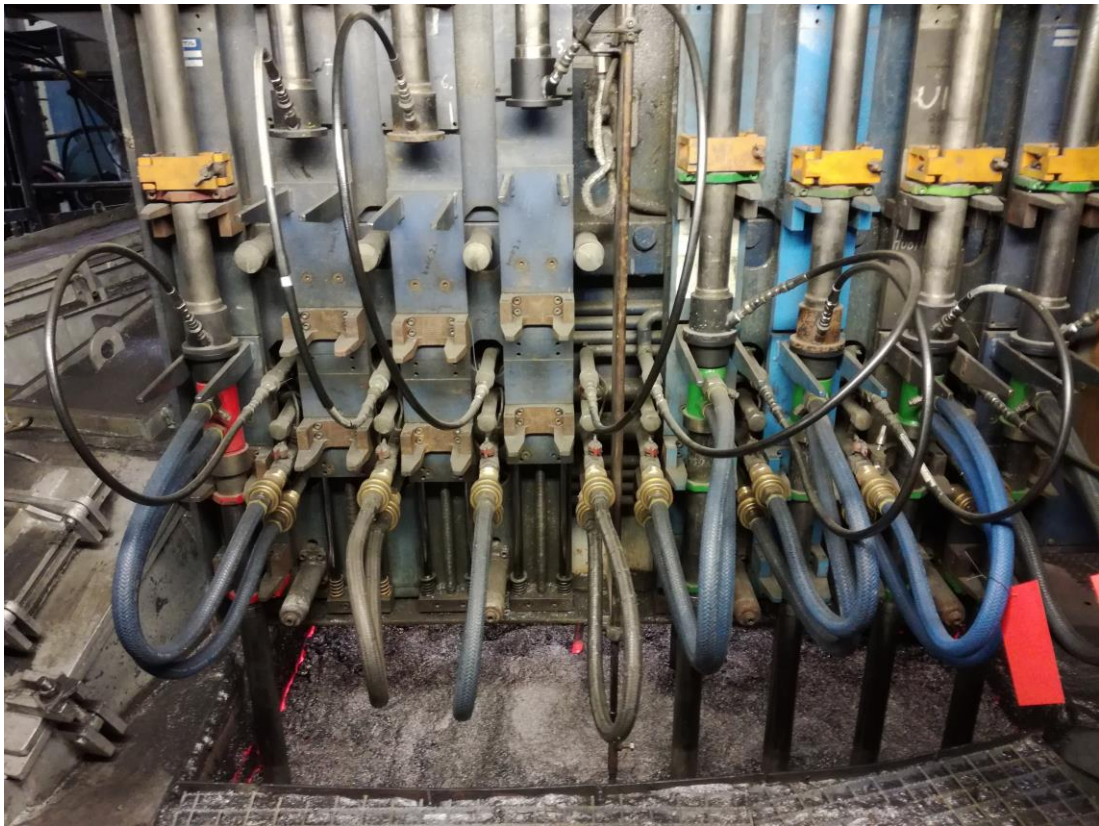
painoiseksi, katkaistaan kieppi lankaleikkurilla ja nostetaan nosturilla vaa'alle punnittavaksi. Yksi kieppi painaa noin 4000kg.



Kuva 1. Pystyvalulinja

3.2 Jäähdyttimet

Jäähdytin koostuu kahdesta putkesta, joiden välissä kiertää vesi. Alajäähdyttimen alaosaan tulee kiinni grafiittinen kokilli, josta sulaa kupari johdetaan läpi. Sulaa kuparin jähmettyminen tapahtuu heti jäähdyttimen alaosassa. Yläjäähdytin on vain lisäjäähdytys valetulle kuparilangalle. Yläjäähdyttimellä saadaan kuparilankaan kirkas pinta.



Kuva 2. Jäähdyttimiä

3.3 Valukone

Valu-uunin yläpuolella on valukone. Valukoneen rungossa on kiinni vetokone, jäähdytintelineet, sekä tulo- ja menovesiputket ja liittimet jäähdyttimille. Valun aikana pinnan valvonta-anturi tarkkailee sulan pinnan korkeutta ja säätelee valukoneen korkeutta automaattisesti pitäen oikean valusyvyyden valun aikana.

3.3.1 Vetokone

Yhdellä vetokoneella voi valaa neljää lankaa kerrallaan. Vetokone koostuu rungosta, servomoottorista, jakovaihteistosta, pneumaattisista sylintereistä ja vetorullista.

Servomoottori on kiinni jakovaihteistossa, jolla pyörintäliike saadaan jaettua tasaisesti neljälle eri vetoakselille. Nämä neljä vetoakselia on jaettu ylä- ja alavetoakseleihin. Kahdessa ylä- ja alavetoakselissa on kiinteästi kiinni vetorullat. Vetokoneessa on kahdeksan pneumaattista sylinteriä, joilla saadaan suljettua ja avattua ylä- ja alavetorullia.



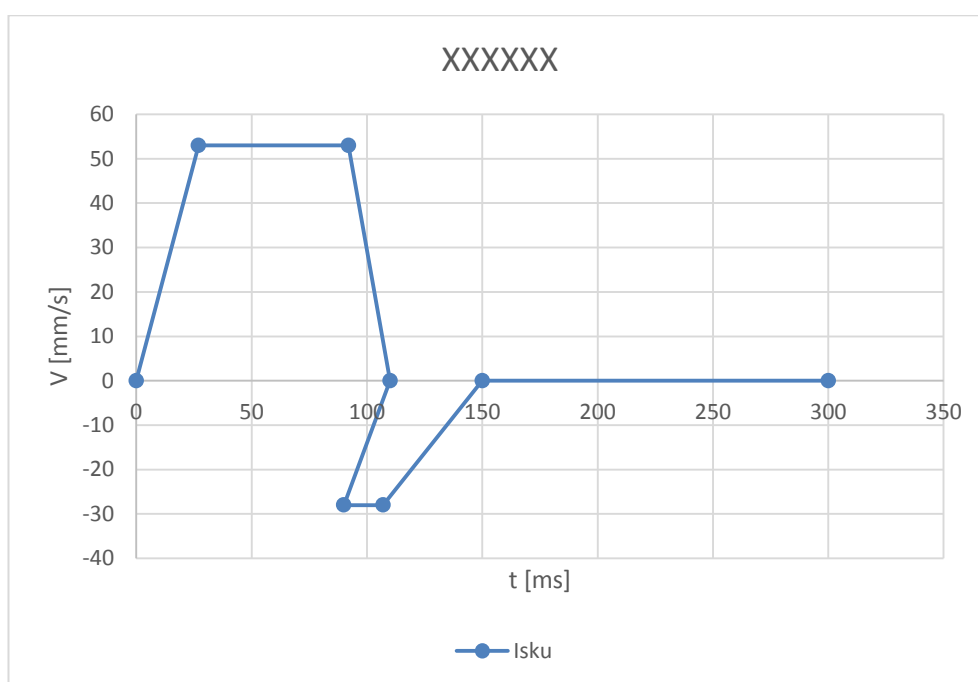
Kuva 3. Vetokone irrotettuna valukoneesta

3.4 Iskuprofiili

Tästä opinnäytetyöstä on tehty kaksi eri versiota. Toinen versio on tarkoitettu vain työn tilaajan omaan käyttöön sen sisältämien salaisten tietojen vuoksi. Julkisesta

versiosta on muutettu iskuprofiilien oikeat arvot, sekä niiden nimet työn tilaajan pyynnöstä.

Servomoottori tekee pyörimisliikkeen, jota kutsutaan iskuprofiiliksi. Iskuprofiilit on testattu ja suunniteltu aikoinaan Outokummun laboratoriossa, josta ne on otettu tuotannon käyttöön. Pystyvalulinjalla on käytössä kaksi eri iskuprofiilia, XXXXXX normaali-isku ja XXXXXX vetolaatu-isku. Seuraavassa taulukossa on esitetty XXXXXX normaali-isku, nopeus V [mm/s] ajan t [ms] suhteen.

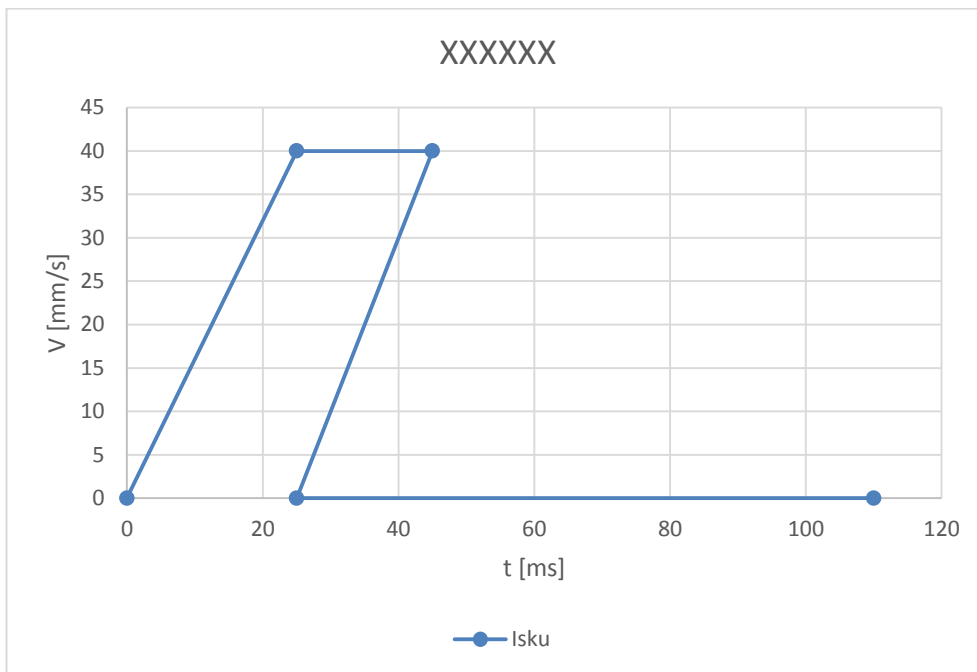


Kuva 4. XXXXXX-isku

27ms aikana liike kiihtyy tasaisesti 53mm/s nopeuteen. Nopeus on tasaista 5ms ajan. Nopeus kiihtyy jälleen tasaisesti nollaan, 18ms aikana. 5ms aikana nopeus kiihtyy tasaisesti nollassa -28mm/s, jolloin servomoottori pyörii toiseen suuntaan. 3ms ajan nopeus on -28mm/s, josta nopeus jälleen kiihtyy tasaisesti 23ms aikana nollaan. 50ms ajan nopeus on nollassa.

Tässä on kuvailtu yksi isku. Yhden 300ms iskun aikana kuparilangan etenemä on 6,0595mm.

XXXXXX vetolaatu-iskussa edestakaista liikettä ei ole. Seuraavassa taulukossa on esitetty XXXXXX vetolaatu-isku V [mm/s] ajan t [ms] suhteen.



Kuva 5. XXXXXX-vetolaatuisku

25ms aikana liike kiihtyy tasaisesti nopeuteen 40mm/s. 30ms ajan nopeus on tasan 30mm/s. 25ms aikana nopeus kiihtyy tasaisesti nolnaan. Nopeus on nollassa 40ms ajan. Kokonaisaikana 110ms on tapahtunut yksi isku. Kuparilangan etenemä on tässä ajassa 3,05mm.

4 MITTAUSMENETELMÄ

Iskuprofiilin mittaus tapahtuu takometrillä ja Windows-pohjaisella DasyLab-ohjelmalla.

4.1 Takometri

Luvata Pori Oy:llä on käytössä takometri mittauslaite, jolla voidaan mitata iskuprofiileja. Takometri, toisin sanottuna kierroslukumittari mittaa kierrosten lukumäärää. Käytössä olevassa takometrissä on kierroksia mittaava rulla, joka laitetaan kiinni valulankaan. Rulla pyörii langan liikkeen mukaan. Takometristä lähtee tiedot tietokoneelle, josta DasyLab-ohjelmalla saadaan analysoitua iskuprofiili.

4.2 DasyLab-ohjelma

DasyLab on yksinkertainen ja tehokas ohjelma nopeaan tiedonkeruuseen ja analysointiin. Oliopohjaisilla toimintomoduuleilla toimiva mittausohjelmisto on helppo käyttää ilman erillistä ohjelmointia. (Elkome www-sivut 2017)

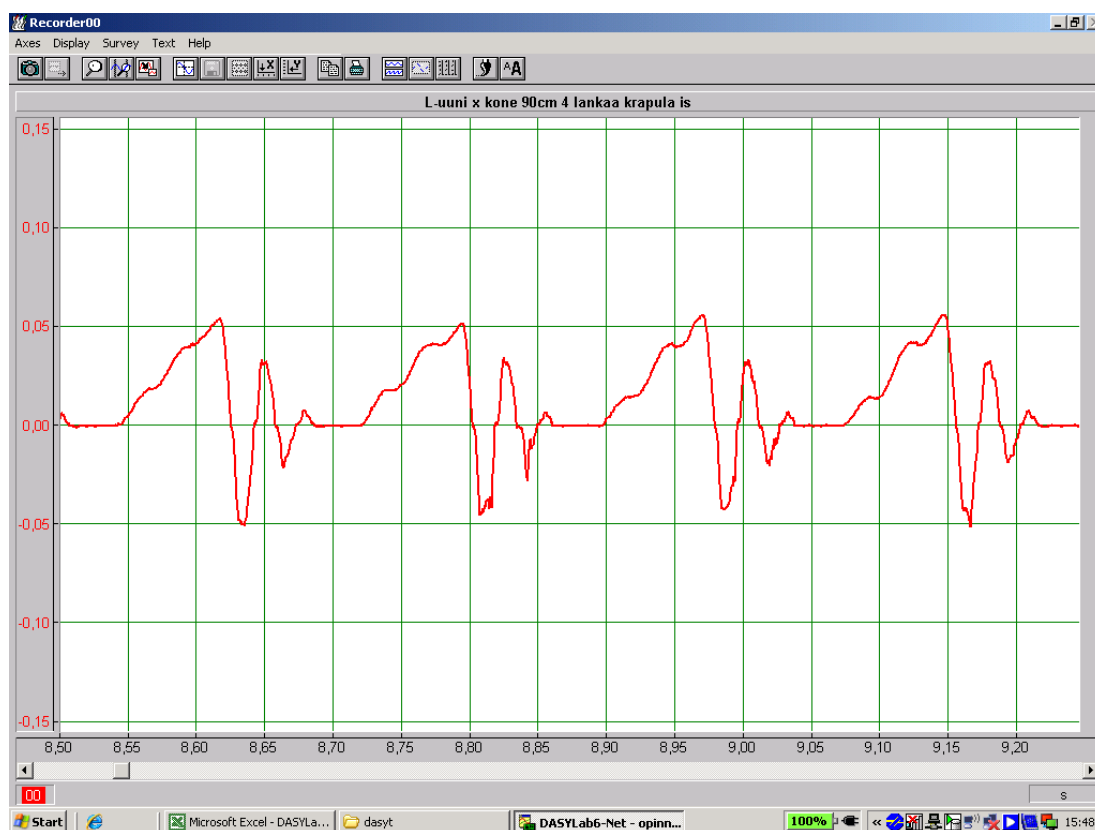
4.3 Mittaaminen

Mittaaminen tapahtuu niin, että käynnistetään DasyLab-ohjelma tietokoneella. Takometri laitetaan kiinni valulankaan ja painetaan DasyLab-ohjelmasta mittaus päälle. Hyvän mittaustuloksen saamiseksi mitataan noin 5-10s. Mittaus pysäytetään ja verrataan saatua mittaustulosta käytössä olevaan iskuprofiiliin, joko XXXXXX- tai XXXXXX-iskuprofiiliin.

4.4 Ongelma

Nykyinen ongelma valulangan iskuprofiilin mittaamisessa on mittalaitteessa, sekä DasyLab- ohjelmassa. Mittalaite on käsivarainen, joka saattaa mahdollisesti aiheuttaa mittavirhettä mittaustuloksiin. Mittalaitetta pidettäessä kiinni käsin, saattaa mittaustulokseen syntyä mittavirhettä. Ihmisen käsi ei kuitenkaan ole täysin vakaa, jolloin voi syntyä pystysuuntaista liikettä, joka antaa virheellisen mittaustuloksen.

Nykyinen mittaustuloksen tarkastelu on todella epätarkka ja epäluotettava. Ohjelmasta joudutaan ottamaan kuvankaappaus saadusta mittaustuloksesta ja verrata sitä käytössä olevaan iskuprofiiliin, joko vertailemalla vierekkäin tai tekemällä kalvot, jotka voi laittaa päällekkäin ja näin verrata tuloksia.



Kuva 6. Kuvankaappaus saadusta käsin tehdystä mittaustuloksesta

4.5 Ratkaisu

Mittalaitteelle suunnitellaan sellainen teline, joka sulkee pois ihmisen aiheuttaman mahdollisen mittavirheen. Sekä muutetaan DasyLab-ohjelmaa niin, että siitä saa luotettavamman ja tarkemman datan luettua.

5 MITTAUSMENETELMÄN MUUTOKSET

Mittausmenetelmästä saadun datan tulisi olla helposti luettavissa. Nyt takometrillä saatua dataa on hankala verrata käytössä olevaan iskuprofiiliin. Muuttamalla DasyLab-ohjelmaa, saadaan datan lukemisesta varmempaa.

5.1 DasyLab-ohjelman muutos

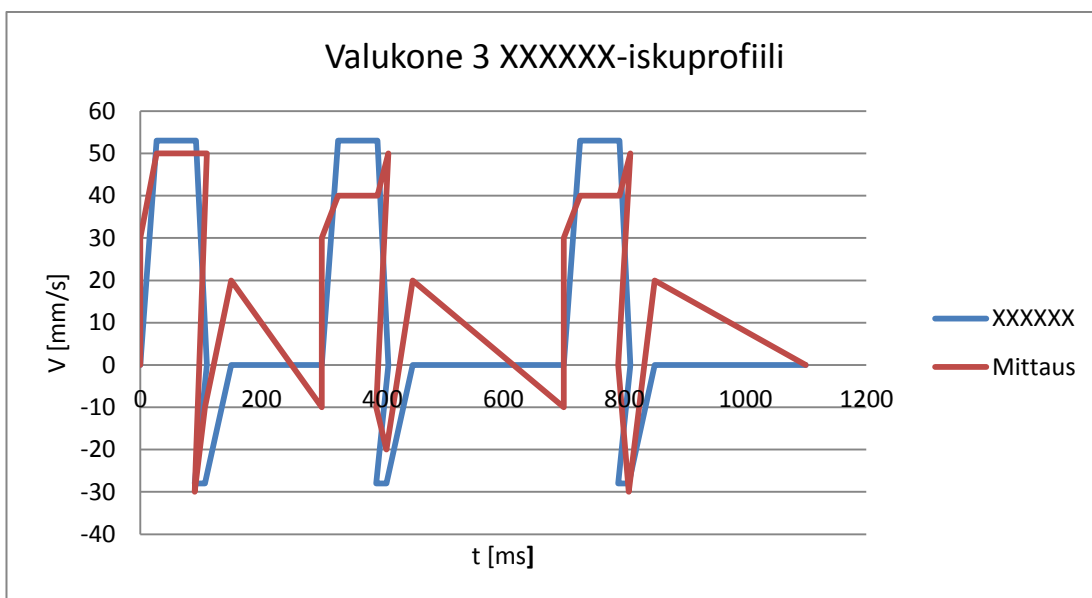
Nykyisten mittaustulosten tarkastelu on ollut huonoa, koska ohjelmasta on jouduttu ottamaan kuvankaappaus ja verrata sitä käytössä olevaan XXXXXX- tai XXXXXX-iskuprofiiliin, joko vertailemalla kuvia vierekkäin tai tekemällä kuvista kalvot ja laittamalla ne päällekkäin.

Ohjelmaan lisätään yksi DDE Output-moduuli (Dynamic Data Exchange), jonka avulla saadaan siirrettyä mitattu data suoraan Exceliin. Näin mittaustuloksen tarkastelu on paljon helpompaa ja luotettavampaa.

Uusi Excel-asiakirja avataan ja aloitusinformaatiota voidaan halutessa lisätä asiakirjaan. Asiakirja tallennetaan nimellä DASYLabtext.xls. DasyLab-ohjelma avataan ja lisätään ohjelmistoon DDE Output moduuli. Output-moduuli avataan ja valitaan asetukset. Kohdassa ”Type of items” valitaan ”Generated”, sitten avataan kohta ”Browse”. Kohdassa Excel valitaan ”Service” sekä viereisestä laatikosta

aiemmin tehty Excel-asiakirja. Muutokset hyväksytään painamalla OK. Nyt pitää valita minne data syötetään. Syöttö aloitetaan painamalla Item-asetuksia. Item-asetuksissa syötetään seuraavat arvot: Text part A = R, Counter 1 = Start (3), Increment by (1), ja Increment after (1), sekä Text part B = C1:C3. Arvot hyväksytään painamalla OK. Lopuksi asetetaan vielä Format-valikosta arvot kohdalleen. Kohdassa "Additional Time Channel" valitaan kohta "With Time Channel" ja hyväksytään painamalla OK. Tämän jälkeen, kun kaikki arvot on laitettu kohdalleen, linkitetään DDE Output moduuli mittausohjelman Output moduulin kanssa. (Measurement Computing www-sivut, 2013)

Ohjelman muutoksen jälkeen saatu data on paljon paremmin luettavissa, kuin ennen. Nyt saadusta datasta voidaan piirtää Excelillä kuvaaja ja laittaa samaan kuvaajaan käytössä oleva iskuprofiili.



Kuva 7. Iskujen vertailu ohjelman muutoksen jälkeen

6 TELINEEN SUUNNITTELU

6.1 Telineen suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin jo heti opinnäytetyön alussa, ajatustasolla muutamien ideoiden ollessa mielessä. Telineen suunnittelun lähtökohtana oli saada nykyisestä takometristä sellainen mittausväline, ettei mittaajan tarvitsisi itse siihen koskea mittauksen aikana, toisin sanottuna kiinteällä alustalla oleva mittalaite. Suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla vetokonetta ja miten siihen mahdollisesti saisi telineen tukevasti ja helposti kiinni. Nykyistä mittalaitetta tarkasteltiin myös, voisiko sitä hyödyntää tässä opinnäytetyössä. Myös muiden työntekijöiden mielipide otettiin huomioon uutta mittalaitetta suunniteltaessa.

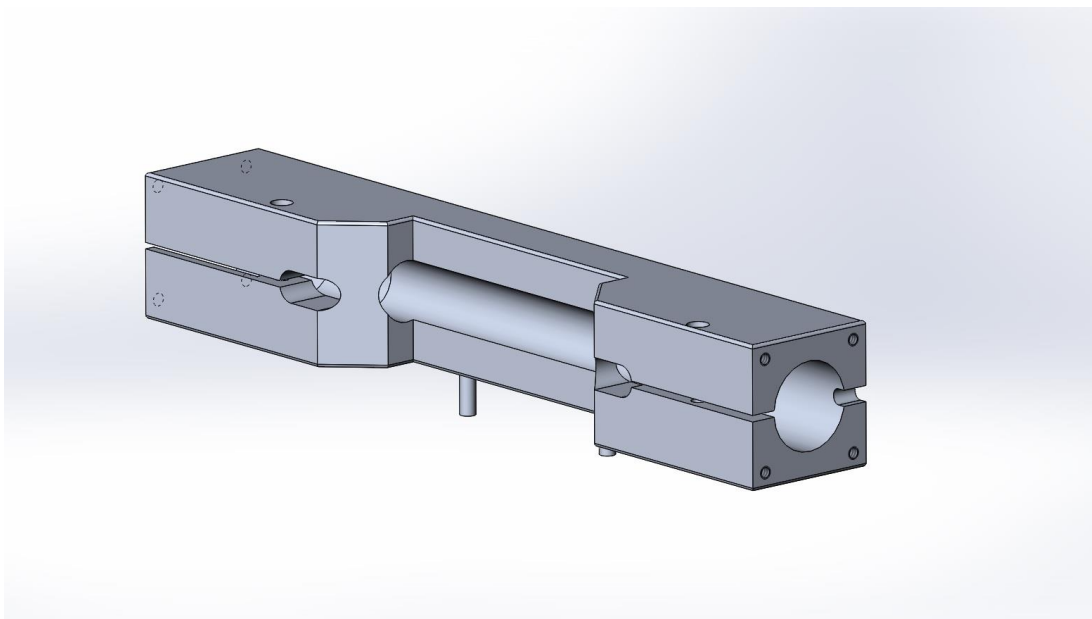
6.2 Suunnittelun tulos

Suunnittelussa tultiin siihen tulokseen, että on hyvä mallintaa kokonaan uusi runko takometrille. Vanha runko oli pyöreä, joten sen kiinni saaminen vetokoneeseen olisi hankalaa, näin ollen suunnitellaan kokonaan uusi runko takometrille. Uudelle rungolle on helpompi mallintaa teline, jonka saa ruuviliitoksella kiinni vetokoneen runkoon. Rungon ja telineen väliin laitetaan jouset, jotta se myötäilee kuparilangan liikettä.

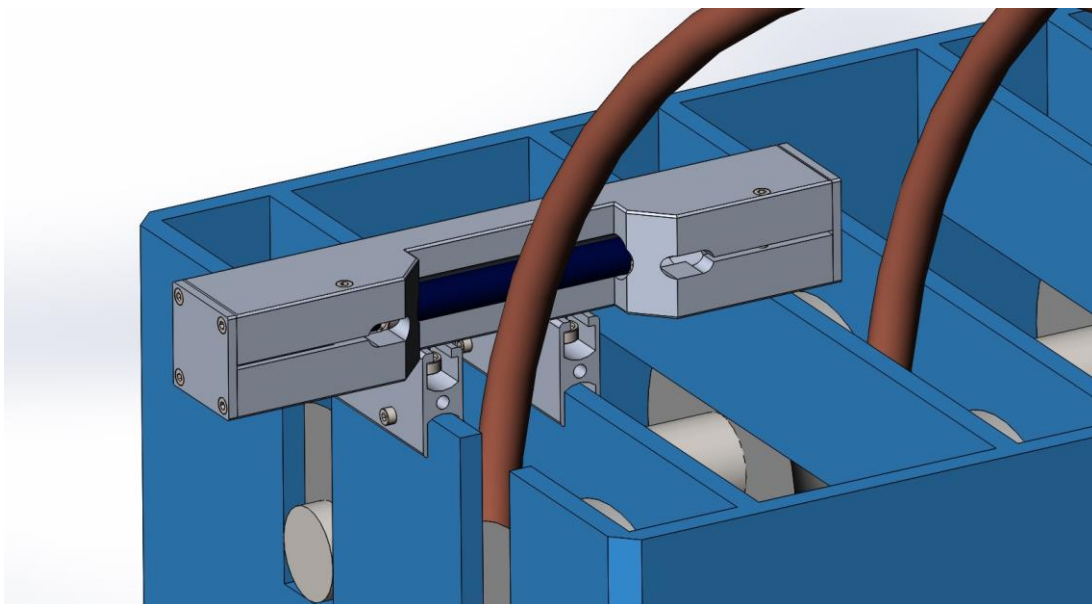
6.2.1 Rungon mallinnus

Tässä opinnäytetyössä mallinnukseen käytettiin SolidWorks-ohjelmaa. Vanha takometri purettiin ja vanhasta takometrin rungosta otettiin sisämitat uuteen runkoon. Takometrin rungon materiaaliksi valittiin alumiini. Alumiini on helppo työstiä ja se

on sopivan kevyt tähän tarkoitukseen. Rungosta tehtiin kulmikas, jotta sen saa helpommin kiinni telineeseen. Valmiista mallinnuksesta tehtiin piirustus (Liite 1), jonka pohjalta osat tilattiin KP-Serviceltä.



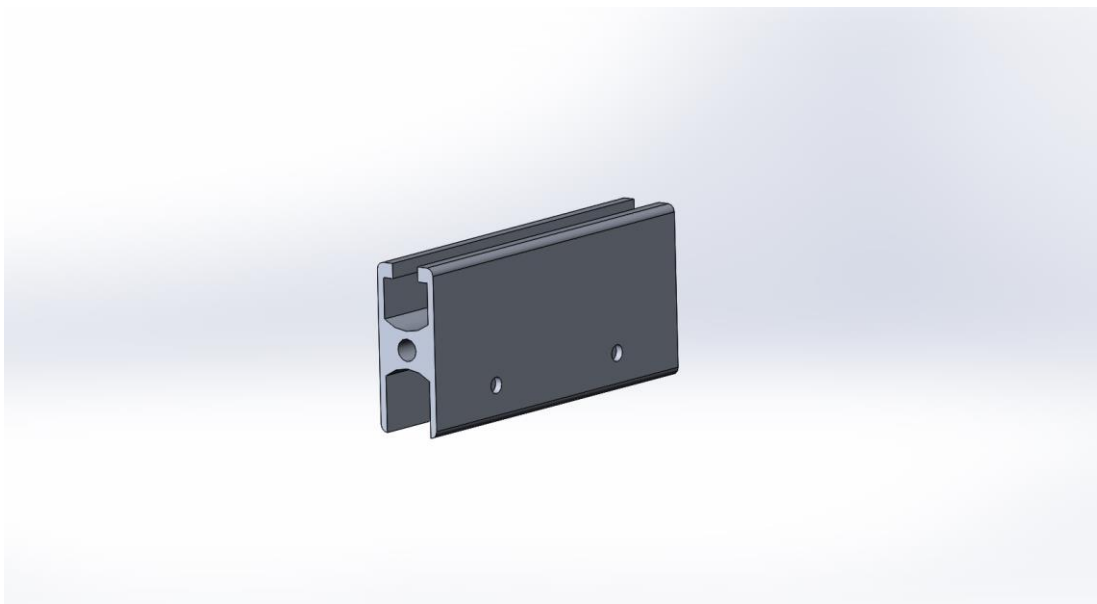
Kuva 8. 3D-mallinnus takometrin rungosta



Kuva 9. 3D-mallinnus takometrin rungosta ja telineestä

6.2.2 Telineen mallinnus

Telineen mallinnukseen käytettiin myös SolidWorks-ohjelmaa. Telineen mallinnuksessa käytettiin hyödyksi valmista alumiiniprofiilia (Liite 2), koska se sopi mitoiltaan tähän tarkoitukseen hyvin. Telineeseen tuli ruuvikiinnitys, jolla se saatiin vetokoneen runkoon kiinni. Telineen kiskojen sisälle tuli jouset, jotka myötäilevät takometrin liikettä. Telineen pätyihin tuli ruuviliitoksella kiinni päätylaput.



Kuva 10. 3D-mallinnus kiskosta

7 UUDEN TAKOMETRIRUNGON JA TELINEEN KÄYTTÖÖNOTTO

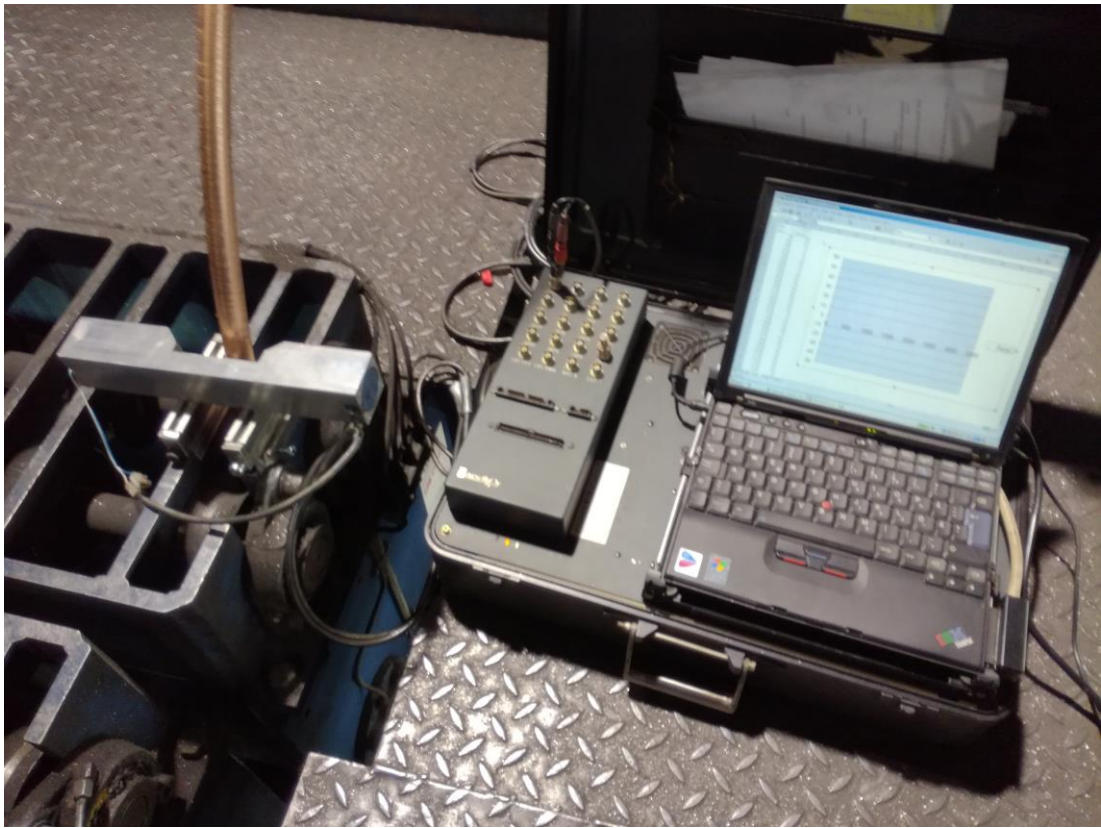
7.1 Testimittaus

Testimittaus suoritettiin samalla valukoneella ja samalla valunopeudella kuin aiemmin käsin mitattu testi. Takometri laitetaan vetokoneen runkoon kiinni niin, että takometrin mittaava pyörä on kosketuksissa valulankaan ja on kevyessä puristuksessa telineessä olevia jousia vasten. Itse mittaus suoritetaan samalla tavalla kuin tässä opinnäytetyössä on aiemmin ollut esillä.



Kuva 11. Uusi takometri ja teline

Testimittaus meni odotetun mukaisesti. Teline ja telineen runko toimivat hyvin ja mittaajan ei tarvinnut itse pitää kiinni mittauslaitteesta.



Kuva 12. Testimittaus

7.2 Yhteenveto

Testimittaukset menivät odotetusti. Uusi takometrin runko ja teline toimivat moitteettomasti. Käsivaraisesta mittaustuloksesta ja telineen kanssa tehdystä mittaustuloksesta saadusta datasta tehtiin Excelillä vertailu. Vertailussa näkyy selvästi, kuinka käsivarainen mittaus heittelee paljon enemmän kuin telineen kanssa mitattu tulos.

8 VAIHTOEHTOISET MITTAUSMENETELMÄT

8.1 Konenäkö

Konenäköprosessissa kamera ottaa halutusta valaistusta kohteesta kuvan.

Konenäköohjelmiston avulla tietokoneella kuvasta analysoidaan haluttu tieto.

Konenäön toiminta perustuu näkyvän valon aallonpituudella tapahtuvien ilmiöiden kuvaamiseen. (Seinäjoen ammattikorkeakoulun www-sivut, 2017)

Kuparilangan liikkeen kuvaamisessa konenäköä ei voi hyödyntää, koska kuvattava kohde tarvitsisi kiinteän mitattavan kohteen tai pisteen. Mitattava kohde on kauttaaltaan kiiltävää, joten selkeää mitattavaa kiinteää pistettä ei ole. (M. Leino haastattelu 25.01.2017)

8.2 Smart Condition Monitoring (SCM)

Smart Condition Monitoring (SCM)-mittalaite on suunniteltu ennakoivaan kunnossapitoon. Laite perustuu spektrianalyysiin, jossa anturi mittaa värähtelyä. SMC-mittalaiteella on tarkoitus mitata koneiden laakereiden kuntoa.

Laitteen testaus aloitettiin laittamalla värinämittausanturi kiinni vetokoneen runkoon. Laite ei pystynyt näyttämään suoraa iskumuotoa tästä, koska valukone resonoi itsessään niin paljon. Toisessa testissä anturi laitettiin vetorullan laakerin viereen kiinni. Laite ei vielääkään pystynyt näyttämään suoranaista iskumuotoa tästä, vaan samaa koko valukoneen resonointia ilmeni. Lähemmäksi valettavaa lankaa anturia ei saanut kiinni. Anturi kiinnitettiin magneetilla.

8.2.1 Smart Condition Monitoring (SCM) yhteenveto

Mittalaite ei soveltunut suoraan iskuprofiilin mittaukseen, koska mitattava kohde ei aiheuttanut tarpeeksi sellaista värinää runkoon tai laakereihin, jotta sitä olisi pystynyt tällä mittalaitteella mittaamaan ja tarkastelemaan.

Jos takometrin mittaustuloksissa tulee poikkeamia iskuprofiiliin ja vika johtuu mahdollisesti vetorullien laakereista, voidaan takometrillä mitattua tulosta ja SMC-mittalaitteella mitattua tulosta verrata toisiinsa. Niissä mahdollisesti esiintyy samankaltainen poikkeama.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli saada aikaan sellainen mittausmenetelmä, joka sulkee pois mahdollisesti ihmisen aiheuttaman mittausvirheen. Opinnäytetyössä suunniteltiin, mallinnettiin ja toteutettiin uusi runko ja teline takometrille, jota voi jokainen työntekijä käyttää. Uusi runko ja teline osoittautuivat testeissä toimiviksi.

Haasteena tässä opinnäytetyössä oli luotettavan datan saaminen Dasylab-ohjelmalla. Tutkimusten ja erilaisten ohjeiden avulla ohjelman muutos ja datan tulkitseminen onnistuivat. Vertailemalla käsivaraista ja telineen kanssa suoritettua mittaustulosta, havaitaan niissä melko suuria eroja.

Vaihtoehtoisten mittausmenetelmien tarkastelussa ei löytynyt tähän opinnäytetyöhön yhtään soveltuvaa vaihtoehtoa. Ideat näihin vaihtoehtoihin menetelmiin tulivat Satakunnan ammattikorkeakoululta ja Luvata Pori Oy:ltä.

Mittauslaitteen jatkokehitys ja työntekijöiden perehdytys laitteen käytöstä jää työn tilaajalle.

LÄHTEET

Porin kaupungin www-sivut. Viitattu 29.01.2017. <https://www.pori.fi/>

Wikipedia, vapaa tietosanakirja: Outokumpu (yritys). www.wikipedia.fi . Päivitetty 15.03.2017. Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Outokumpu_\(yritys\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Outokumpu_(yritys)). Viitattu 29.01.2017.

Luvata Pori Oy:n intranet-sivut. Viitattu 29.01.2017

Luvata www-sivut. Viitattu 29.01.2017. www.luvata.com

PEP Valimot työohjeet 2007. Laatinut M. Virtanen, Tarkistanut L. Lindqvist, Hyväksynyt S. Hernesniemi. Luvata Pori Oy:n sisäinen IBM Notes tietokanta. Vain sisäiseen käyttöön.

Kghm www-sivut. <http://kghm.com/>

Elkome www-sivut. Viitattu 01.03.2017. <https://shop.elkome.com/>

Measurement computing www-sivut. Viitattu 01.04.2017.
<http://kb.mccdaq.com/Default.aspx>

Leino M. 2017. Lehtori. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Haastattelu 25.01.2017. Haastattelijana Timo Mäkelä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Seinäjoen ammattikorkeakoulun www-sivut. Viitattu 03.04.2017. www.seamk.fi

UTU Automation Oy 2016. Smart Condition Monitoring (SCM)

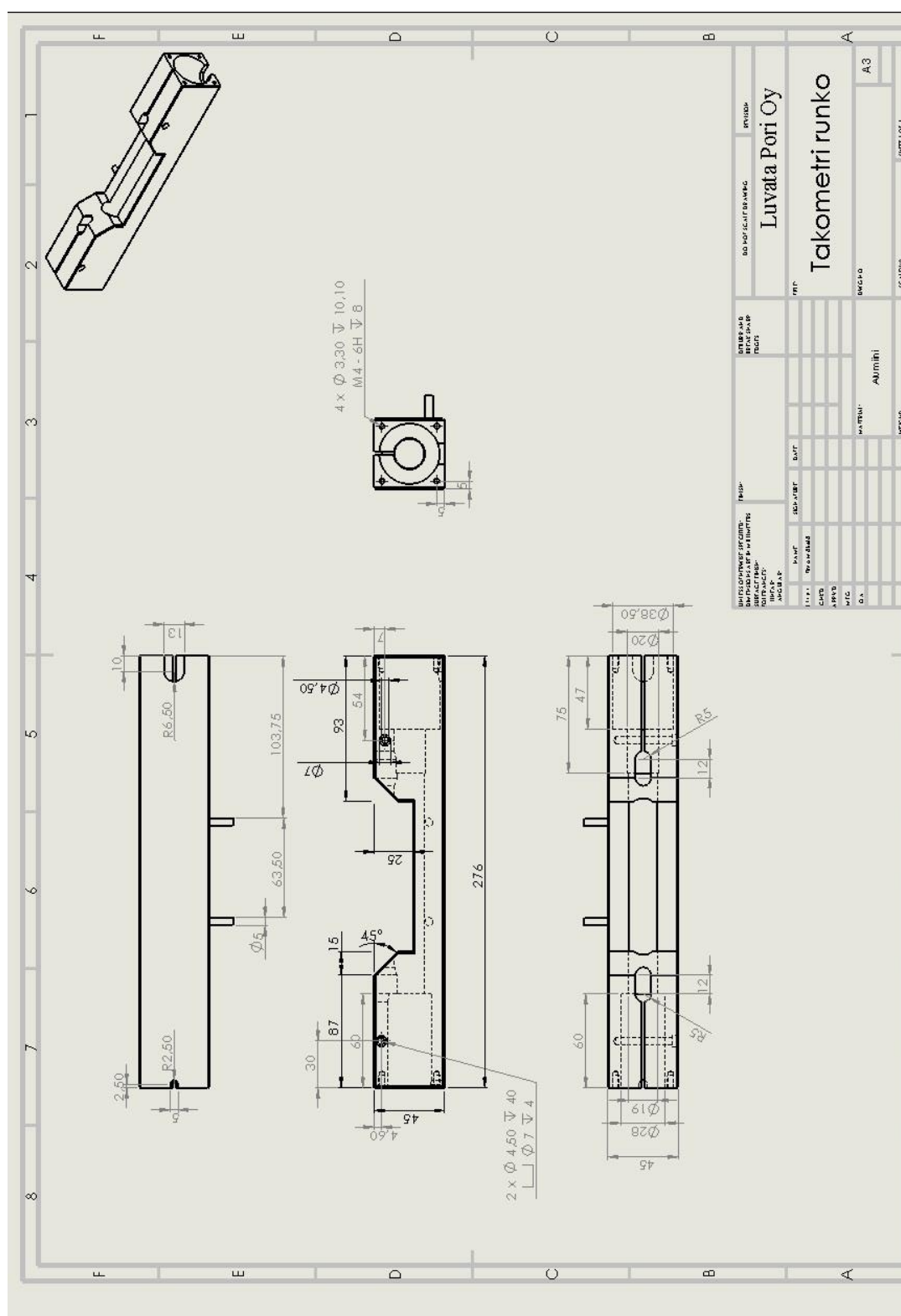
Drivematic www-sivut. <http://www.drivematic.fi/>

LIITTEET:

LIITE 1 Piirustus takometrin rungosta

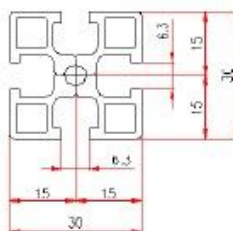
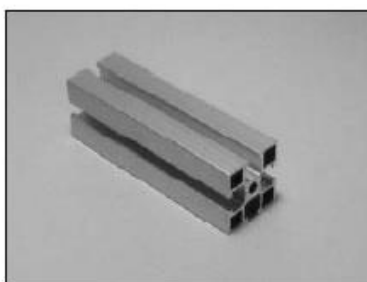
LIITE 2 Luettelo alumiiniprofiileista

LITE 1



Kuva 15. Piirustus takometrin rungosta

LIITE 2

**Alumiiniprofili****30x30**

Tuotekoodi: P.3030.0

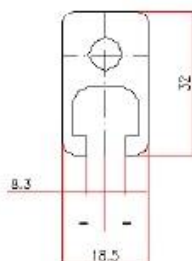
lx 2,39

ly 2,39

wx 1,59

wy 1,59

paino: 0,778 kg/m

**Alumiiniprofili****18,5x32**

Tuotekoodi: P.1832.0

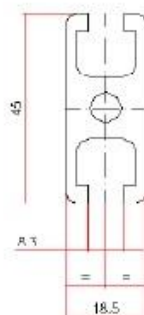
lx 1,39

ly 2,93

wx 1,51

wy 1,52

paino: 0,988 kg/m

**Alumiiniprofili****18,5x45**

Tuotekoodi: P.1845.0

lx 1,83

ly 5,66

wx 1,97

wy 2,51

paino: 1,153 kg/m

Kuva 16. Alumiiniprofiililuettelo

